

[Previous Doc](#)   [Next Doc](#)   [Go to Doc#](#)  
[First Hit](#)

☐ [Generate Collection](#)

L5: Entry 96 of 103

File: JPAB

Aug 5, 2004

PUB-NO: JP02004219419A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2004219419 A  
TITLE: METHOD AND SYSTEM FOR DYNAMICALLY RECALIBRATING VLSI CHIP THERMAL SENSOR  
THROUGH SOFTWARE CONTROL

PUBN-DATE: August 5, 2004

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

CLABES, JOACHIM GERHARD  
POWELL, JR LAWRENCE JOSEPH  
STASIAK, DANIEL LAWRENCE  
WANG, MICHAEL FAN

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

INTERNATL BUSINESS MACH CORP

APPL-NO: JP2004004685

APPL-DATE: January 9, 2004

PRIORITY-DATA: 2003US-346295 (January 16, 2003)

INT-CL (IPC): G01 R 31/28; H01 L 21/822; H01 L 27/04

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an integral circuit thermal system for calibrating threshold temperature.

SOLUTION: A temperature-sensing ring oscillator (TSRO) generates a TSRO calibration parameter. The TSRO calibration parameter is stored by using a memory, and the threshold TSRO oscillation frequency is obtained from the TSRO calibration parameter by using a module, and at least one threshold TSRO oscillation frequency is stored by using the memory.

COPYRIGHT: (C)2004, JPO&NCIPI

[Previous Doc](#)   [Next Doc](#)   [Go to Doc#](#)



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

閾値温度に対する集積回路（IC）温度校正システムであって、

第1の校正温度から校正パラメータを発生させるために使用可能な温度感知リングオシレータ（TSRO）と、

前記校正パラメータの指示を格納するために使用可能なメモリと、

前記校正パラメータから少なくとも1つの閾値TSRO周波数を求めるために使用可能な動作モジュールと、

少なくとも1つの閾値TSRO周波数を格納するために使用可能なメモリと、  
を具備することを特徴とするシステム。

10

## 【請求項2】

複数のTSRO校正パラメータを格納するために複数のメモリを使用可能であることを特徴とする、請求項1のシステム。

## 【請求項3】

更に、少なくとも1つの閾値TSRO周波数に匹敵する発振出力を有するTSROを具備することを特徴とする、請求項1のシステム。

## 【請求項4】

前記動作モジュールはソフトウェアで構成されることを特徴とする、請求項1のシステム。

## 【請求項5】

更に、温度を発生するために使用可能な試験モジュールを具備することを特徴とする、請求項1のシステム。

20

## 【請求項6】

前記動作モジュールは、更に、閾値温度を求めるために使用可能であることを特徴とする、請求項1のシステム。

## 【請求項7】

前記閾値温度は、前記集積回路に結合されたヒートシンクのサイズに関係していることを特徴とする、請求項6のシステム。

## 【請求項8】

前記閾値温度は、集積回路のタイプに関係していることを特徴とする、請求項6のシステム。

30

## 【請求項9】

更に、前記第1の校正温度を第2の校正温度に変更するために使用可能な熱発生器を具備することを特徴とする、請求項1のシステム。

## 【請求項10】

更に、前記第1および第2の校正温度を測定するために使用可能な温度センサを具備することを特徴とする、請求項1のシステム。

## 【請求項11】

前記校正温度は閾値温度に関連付けられていることを特徴とする、請求項1のシステム。

## 【請求項12】

ICにおいてTSROを動的に校正するための方法であって、

第1の校正温度を測定するステップと、

第1の校正発振値を測定するステップと、

環境温度を変更するステップと、

第2の校正温度を測定するステップと、

第2の校正発振値を測定するステップと、

前記第1および第2の校正発振値を用いて第1の閾値温度値を第1の閾値発振値に変換するステップと、

前記第1の閾値発振値を格納するステップと、  
を具備することを特徴とする方法。

40

50

## 【請求項 13】

更に、前記第1の閾値温度値を求めるステップを具備することを特徴とする、請求項11の方法。

## 【請求項 14】

前記第1の閾値温度値を求めるステップは、更に、前記1Cに結合されたヒートシンクの大きさの指示の使用を含むことを特徴とする、請求項13の方法。

## 【請求項 15】

更に、複数の閾値温度値を複数の閾値発振値に変換するステップを具備することを特徴とする、請求項11の方法。

## 【請求項 16】

更に、前記第1および第2の校正温度の指示を試験モジュールに転送するステップを具備することを特徴とする、請求項11の方法。

## 【請求項 17】

更に、少なくとも3つの閾値発振値を1つ以上のメモリ位置に格納するステップを具備することを特徴とする、請求項11の方法。

## 【請求項 18】

1Cチップを動的に校正するためのコンピュータプログラムであって、  
第1の校正温度を測定するためのコンピュータコードと、  
第1の校正発振値を測定するためのコンピュータコードと、  
環境温度を変更するためのコンピュータコードと、  
第2の校正温度を測定するためのコンピュータコードと、  
第2の校正発振値を測定するためのコンピュータコードと、  
前記第1および第2の校正発振値を用いて第1の閾値温度値を第1の閾値発振値に変換するためのコンピュータコードと、  
前記第1の閾値発振値を格納するためのコンピュータコードと、  
を具備することを特徴とするコンピュータプログラム。

## 【請求項 19】

1Cチップを動的に校正するためのプロセッサであって、コンピュータプログラムを含み、該コンピュータプログラムは、  
第1の校正温度を測定するためのコンピュータコードと、  
第1の校正発振値を測定するためのコンピュータコードと、  
環境温度を変更するためのコンピュータコードと、  
第2の校正温度を測定するためのコンピュータコードと、  
第2の校正発振値を測定するためのコンピュータコードと、  
前記第1および第2の校正発振値を用いて第1の閾値温度値を第1の閾値発振値に変換するためのコンピュータコードと、  
前記第1の閾値発振値を格納するためのコンピュータコードと、  
を具備することを特徴とするプロセッサ。

## 【請求項 20】

更に、前記第1の閾値温度値を求めるためのコンピュータコードを具備することを特徴とする、請求項19のプロセッサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、一般に熱感知に関し、更に特定すれば、集積回路における熱センサの校正に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

集積回路(1C)において、トランジスタは、論理スイッチとして使用可能である。トランジスタは、1C内で、オフ状態からオン状態に、またはオン状態からオフ状態に切り

10

20

30

40

50

替える場合、熱を発生する。この熱が、適切に放散されず、その他の方法で対処されもせず補償されもしない場合、トランジスタは劣化し、これがトランジスタの破損を招く恐れがある。

【0003】

しかしながら、ICには、過剰な熱を検出するために温度センサが関連付けられているが、ICごとに、温度センサから得られる読み取り値に著しいばらつきが生じ得る。従って、所与のICに対して温度センサの校正を行って、このばらつきを補償する。従来、校正の1つの方法は、ICチップ環境に対する総体的温度を発生させ、次いでその温度で温度センサを校正する。換言すれば、既知の温度において温度センサの読み取り値がどのようになっているかを調べ、これらの読み取り値を、未知の温度を求める場合に比較の基礎として用いる。しかしながら、温度センサの校正は、時間がかかり、かつコストが高くなる可能性がある。

10

【0004】

更に、異常なIC温度条件によって示されるようないくつかの形態の誤差検出では、異なる温度で複数の温度校正を行う。これらの異なる温度は、「臨界」（閾値）温度である可能性がある。一般に、ICチップが所与の臨界温度に達すると、ICによって何らかの動作が実行されるか、または変更される。これらの動作は、ICのプロセッサ速度の低下、IC内での何らかの機能の使用不能、IC自体の作動停止等である場合がある。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0005】

しかしながら、従来の臨界温度校正手順には問題がある。1つの欠点は、固定温度で校正が行われることである。換言すれば、通常、従来の臨界温度校正システムには、IC内に固定して組み込まれた値以外にICの臨界温度を設定するための柔軟性がない。更に、様々な臨界温度までチップを加熱することは、時間がかかる労働集約的なプロセスとなり得る。

【0006】

従って、従来のICチップの臨界温度の校正に関連する欠点の少なくともいくつかを解決する、ICチップの臨界温度の校正方法が求められている。

【課題を解決するための手段】

30

【0007】

本発明は、閾値温度の校正のための集積回路（IC）温度システムを提供する。温度感知リングオシレータ（TSRO）は、校正温度からTSRO校正パラメータを発生する。メモリを用いて、TSRO校正パラメータを格納することができる。モジュールを用いて、TSRO校正パラメータから閾値TSRO発振周波数を求めることができる。メモリを用いて、少なくとも1つの閾値TSRO発振周波数を格納することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

以下の考察において、本発明の完全な理解を得るため、多くの具体的な詳細事項を述べる。しかしながら、かかる具体的な詳細事項なしで本発明を実施可能であることは、当業者には認められよう。他の例では、本発明を不必要なほど詳細に記載してわかりにくくしないように、概略図またはブロック図の形態で周知の要素を例示している。加えて、多くの場合、ネットワーク通信、電磁信号技法等に関する詳細事項は、かかる詳細事項が本発明の完全な理解を得るために必要であると考えられない限り、更に当業者の理解の範囲内であると考えられる限り、省略している。

40

【0009】

更に、特に示さない場合は、本明細書中に記載する全ての機能は、ハードウェアまたはソフトウェアのいずれか、またはその何らかの組み合わせにおいて実行可能であることを注記しておく。しかしながら、好適な実施形態では、それらの機能は、コンピュータプログラムコード、ソフトウェア等のコードに従って、コンピュータまたは電子データプロセ

50

ッサ等のプロセッサによって、あるいは、かかる機能を実行するようにコード化された集積回路によって実行される。

#### 【0010】

図1に移ると、IC臨界(閾値)温度校正システム100が開示されている。システム100は、集積回路(IC)110を有する。IC110は、超大規模集積(VLSI)回路とすることができる。IC110は、温度感知リングオシレータ(TSRO)120を有する。一般に、リングオシレータは、フィードバックループ内の複数の利得段から成る。構成、移相等が適正であれば、リングオシレータの出力は、リングオシレータ構成要素によって決まるある周波数で発振する。TSROは、更に、毎秒の発振サイクル数等、発振の特性に影響を与える温度検知要素を用いる。これらの発振の指示は、TSROカウンタおよびコントローラ133に送出される。一般に、コントローラ133は、TSROを監視および調節すると共に、TSROの周波数指示を、他の装置によって使用可能な等価的な指示に変換する。

#### 【0011】

図1において、TSRO120は、第1の校正温度のための第1の周波数で発振する。第1の校正温度は、試験モジュール140が用いる温度センサ150によって測定される。TSRO120からの対応する第1の校正発振周波数値の指示は、コントローラ133によって変換され、試験モジュール140に送出される。次いで、第1の校正発振周波数値は、試験モジュール140から、第1のメモリ130に送出される。第1のメモリ130は、IC110に結合されているか、またはIC110内にある。1実施形態において、第1の校正温度は臨界温度である。別の実施形態では、第1の校正温度は、温度センサ150によるIC110の環境の測定温度であり、臨界温度でのIC110の特定の加熱または冷却を行わない。別の実施形態では、第1の校正温度を測定する場合、加熱または冷却源160を用いて、IC110へのまたはIC110からの熱伝達を行う。この場合、第1の校正温度は、IC110を動作させるための実質的な最小もしくは最大の温度値であるか、またはそれらの最小および最大温度間の別の温度である。

#### 【0012】

次いで、試験モジュール140の命令で、IC110の環境に対して熱を加えるかもしくは除去することによって、IC110の環境温度を変更するか、またはIC110を加熱または冷却源160もしくは何らかの別の手段によって加熱または冷却する。従って、第2の校正温度は、第1の校正温度とは異なる温度値である。この第2の校正温度は、IC110の臨界温度とすることができる。また、第2の校正温度は、非臨界温度とすることも可能である。一般に、TSRO120は、第2の校正温度において第2の校正周波数で発振し、TSRO120からの対応する第2の発振周波数値の指示がコントローラ133から試験モジュール140に、更に、そこから第2のメモリ135に送出される。代替的な実施形態では、第1および第2の校正値の指示は、最初に試験モジュール140に送出されることなく、第1および第2のメモリ130、135に送出される。

#### 【0013】

動作モジュール170は、温度センサ150によって測定された第1および第2の校正温度に対応するメモリ130および135内の第1および第2の校正発振値を用いる。動作モジュール170は、IC110の臨界閾値温度に関連付けられたTSRO120の複数の発振周波数を求める。当業者は、動作モジュール170をIC110内で使用可能であることを理解しよう。

#### 【0014】

図1において、一般に、動作モジュール170は、温度センサ150によって測定された第1および第2の校正温度に対応する第1および第2の校正周波数を用いて、TSROの臨界すなわち閾値周波数を求める。動作モジュール170は、これらの臨界(すなわち閾値)周波数を、第1、第2、および第3の閾値メモリ141、142、143に送出する。

#### 【0015】

10

20

30

40

50

1 実施形態では、動作モジュール170は、複数のデータソースを用いて、システム100のための臨界温度閾値を求めることができる。例えば、ソフトウェアは、IC110に結合されたヒートシンク139の大きさ、チップを冷却するために用いるファンのパワー、チップを用いる環境（デスクトップ、ラップトップ等）、IC110のタイプおよびその特性、IC110上で実行するアプリケーションのタイプ等のファクタを考慮に入れることができる。

#### 【0016】

システム100において、臨界発振値は、較正の間TSRO120によって測定される較正温度に必ずしもマッピングされない。その代わりに、第1および第2の周波数較正値を、1つの数式における2つの点として用いて、閾値発振値をそこから計算または内挿または外挿することができる。この計算には、線形方程式、非線形方程式、または、他の温度のための周波数値を求めるために使用可能な第1および第2の周波数較正値間の他の関係を用いることができる。

#### 【0017】

更に、閾値温度は、動作モジュール170によって動的に再計算することができる。例えば、動作モジュール170が、IC110上で実行するアプリケーションが変更されたと判定すると、様々な警告閾値のための新たな臨界温度を再計算することができる。次いで、これらの新たな臨界温度を閾値臨界発振値に変換して、第1、第2、および第3閾値メモリ141、142、143に格納する。

#### 【0018】

更に、較正温度値は、複数のTSROのためのTSRO周波数発振値を求めるために使用可能である。例えば、図1において、TSRO121の発振をTSRO発振値と比較して、臨界／閾値温度に達したか否かを判定することができる。

#### 【0019】

ここで図2に移ると、動作モジュール170によって計算した第1、第2、および第3の閾値発振周波数値を、第1、第2、および第3の閾値メモリ141、142、および143に格納するための方法200が開示されている。ステップ210では、IC110の環境温度を試験モジュール140によって測定する。これは、ICに集積されたかまたはICとは別個の温度センサによって実行可能である。ステップ220では、試験モジュール140によって求められた第1の較正温度に比例して、TSRO120が発振する。ステップ230では、この較正発振値を、コントローラ133によって求めて、第1のメモリ130に格納する。

#### 【0020】

ステップ240では、試験モジュール140によって求めたように、環境温度を変更する。この変更は、実質的に、閾値温度、非閾値温度、IC110に対して相対的に高い温度、IC110に対して相対的に低い温度、またはその間の他の温度値とすることができる。ステップ250では、TSRO120は、第2の較正温度に比例した第2の周波数を発生させる。ステップ260では、コントローラ133によって処理した後、第2の周波数を第2のメモリ135に格納する。

#### 【0021】

ステップ270では、動作モジュール170が、第1、第2、および第3の臨界すなわち閾値温度を求める。第1、第2、および第3の閾値温度は、IC110に結合されたヒートシンク139のタイプ、IC110のタイプ、IC110上で実行しているアプリケーションのタイプ、環境がラップトップまたはデスクトップの環境であるか等から求めることができる。

#### 【0022】

ステップ280では、動作モジュール170が、閾値温度に対応する閾値発振値を、外挿、内挿、または他の方法で求める。動作モジュール170は、既知の温度に対する第1および第2の発振値を用い、線形または非線形の内挿または外挿、または何らかの他の数学的な導出を実行して、閾値発振値を求める。ステップ290では、第1、第2、および

10

20

30

40

50

第3の発振値を、第1、第2、および第3の閾値メモリ141、142、および143に格納する。

【0023】

本発明は多くの実施形態を取ることが可能であることは理解されよう。従って、本発明の精神および範囲から逸脱することなく、前述のものにいくつかの変更を行うことができる。本明細書中で概説した機能によって、様々なプログラミングモデルの可能性が与えられる。この開示は、いずれかの特定のプログラミングモデルを推奨するものとして読まれるのではなく、これらのプログラミングモデルを構築可能な基礎的機構を対象とするものである。

【0024】

好適な実施形態のいくつかを参照して本発明について説明したので、開示した実施形態は性質において限定ではなく例示的なものであること、ならびに、前述の開示において、広範囲にわたる変形、修正、変更、および置換が考えられ、いくつかの例では、本発明のいくつかの特徴は、他の特徴を対応して用いることなく採用可能であることを注記しておく。多くのかかる変形および修正は、好適な実施形態の前述の説明の検討に基づいて、当業者によって、明白で望ましいものとして考えることができる。従って、添付の特許請求の範囲は、広義に、本発明の範囲と一致して解釈されることが認められよう。

【0025】

まとめとして、本発明の構成に関して以下の事項を開示する。

【0026】

(1) 閾値温度に対する集積回路(IC)温度校正システムであって、

第1の校正温度から校正パラメータを発生させるために使用可能な温度感知リングオシレータ(TSRO)と、

前記校正パラメータの指示を格納するために使用可能なメモリと、

前記校正パラメータから少なくとも1つの閾値TSRO周波数を求めるために使用可能な動作モジュールと、

少なくとも1つの閾値TSRO周波数を格納するために使用可能なメモリと、を具備することを特徴とするシステム。

(2) 複数のTSRO校正パラメータを格納するために複数のメモリを使用可能であることを特徴とする、(1)のシステム。

(3) 更に、少なくとも1つの閾値TSRO周波数に匹敵する発振出力を有するTSROを具備することを特徴とする、(1)のシステム。

(4) 前記動作モジュールはソフトウェアで構成されることを特徴とする、(1)のシステム。

(5) 更に、温度を発生するために使用可能な試験モジュールを具備することを特徴とする、(1)のシステム。

(6) 前記動作モジュールは、更に、閾値温度を求めるために使用可能であることを特徴とする、(1)のシステム。

(7) 前記閾値温度は、前記集積回路に結合されたヒートシンクのサイズに関係していることを特徴とする、(6)のシステム。

(8) 前記閾値温度は、集積回路のタイプに関係していることを特徴とする、(6)のシステム。

(9) 更に、前記第1の校正温度を第2の校正温度に変更するために使用可能な熱発生器を具備することを特徴とする、(1)のシステム。

(10) 更に、前記第1および第2の校正温度を測定するために使用可能な温度センサを具備することを特徴とする、(1)のシステム。

(11) 前記校正温度は閾値温度に関連付けられていることを特徴とする、(1)のシステム。

(12) ICにおいてTSROを動的に校正するための方法であって、

第1の校正温度を測定するステップと、

10

20

30

40

50



第1の校正発振値を測定するステップと、  
環境温度を変更するステップと、  
第2の校正温度を測定するステップと、  
第2の校正発振値を測定するステップと、  
前記第1および第2の校正発振値を用いて第1の閾値温度値を第1の閾値発振値に変換するステップと、  
前記第1の閾値発振値を格納するステップと、  
を具備することを特徴とする方法。

(13) 更に、前記第1の閾値温度値を求めるステップを具備することを特徴とする、  
(11)の方法。

10

(14) 前記第1の閾値温度値を求めるステップは、更に、前記ICに結合されたヒートシンクの大きさの指示の使用を含むことを特徴とする、(13)の方法。

(15) 更に、複数の閾値温度値を複数の閾値発振値に変換するステップを具備することを特徴とする、(11)の方法。

(16) 更に、前記第1および第2の校正温度の指示を試験モジュールに転送するステップを具備することを特徴とする、(11)の方法。

(17) 更に、少なくとも3つの閾値発振値を1つ以上のメモリ位置に格納するステップを具備することを特徴とする、(11)の方法。

(18) ICチップを動的に校正するためのコンピュータプログラムであって、

20

第1の校正温度を測定するためのコンピュータコードと、  
第1の校正発振値を測定するためのコンピュータコードと、  
環境温度を変更するためのコンピュータコードと、  
第2の校正温度を測定するためのコンピュータコードと、  
第2の校正発振値を測定するためのコンピュータコードと、  
前記第1および第2の校正発振値を用いて第1の閾値温度値を第1の閾値発振値に変換するためのコンピュータコードと、  
前記第1の閾値発振値を格納するためのコンピュータコードと、  
を具備することを特徴とするコンピュータプログラム。

(19) ICチップを動的に校正するためのプロセッサであって、コンピュータプログラムを含み、該コンピュータプログラムは、

30

第1の校正温度を測定するためのコンピュータコードと、  
第1の校正発振値を測定するためのコンピュータコードと、  
環境温度を変更するためのコンピュータコードと、  
第2の校正温度を測定するためのコンピュータコードと、  
第2の校正発振値を測定するためのコンピュータコードと、  
前記第1および第2の校正発振値を用いて第1の閾値温度値を第1の閾値発振値に変換するためのコンピュータコードと、  
前記第1の閾値発振値を格納するためのコンピュータコードと、  
を具備することを特徴とするプロセッサ。

(20) 更に、前記第1の閾値温度値を求めるためのコンピュータコードを具備することを特徴とする、(19)のプロセッサ。

40

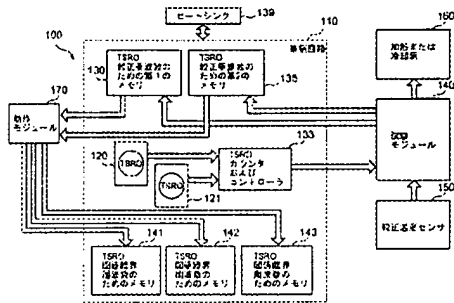
【図面の簡単な説明】

【0027】

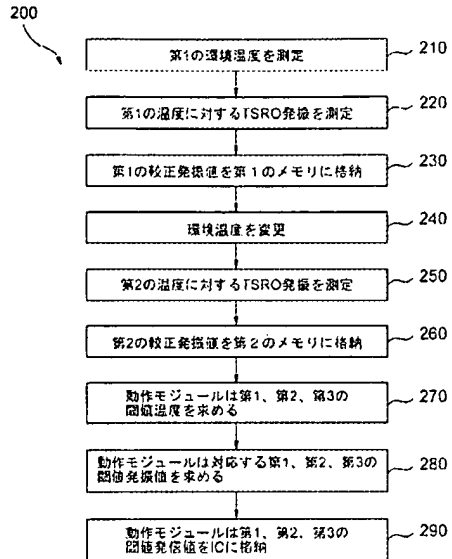
【図1】TSRO、2つの校正値メモリ、および3つの閾値メモリを備えた集積回路を概略的に示す。

【図2】ICチップにおいて、TSRO臨界すなわち閾値校正値を求めて格納し、臨界温度に関連付けるための方法を示す。

【図1】



【図2】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ヨアヒム・ゲルハルト・クラベス

アメリカ合衆国 7 8 7 2 6 テキサス州オースティン インディゴ・ブラッシュ・ドライブ  
5 3 2

(72)発明者 ローレンス・ジョゼフ・パウエル・ジュニア

アメリカ合衆国 7 8 6 8 1 テキサス州ラウンド・ロック ニューランド・ドライブ 3 8 3 3

(72)発明者 ダニエル・ローレンス・ステイジアック

アメリカ合衆国 5 5 9 0 1 ミネソタ州ロチェスターアベニュー・ノース・ウエスト 4 5 3 7  
2 0 1 / 2

(72)発明者 マイケル・ファン・ワン

アメリカ合衆国 7 8 7 2 8 テキサス州オースティンウエルズ・ブランチ・パークウェイ 2 8  
0 1 アパートメント 1 8 3 5、

Fターム(参考) 2G132 AA00 AB14 AC10 AK07 AL11

5F038 AZ08 BH01 BH16 CA08 DF05 DT11 DT16 EZ20